

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304757

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1333	5 0 0 5 0 5		G 0 2 F 1/1333	5 0 0 5 0 5
G 0 2 B 1/10 5/20	1 0 1		G 0 2 B 5/20 G 0 2 F 1/1335	1 0 1 5 0 5
G 0 2 F 1/1335	5 0 5		1/1337	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平8-315283	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成8年(1996)11月26日	(72) 発明者	長江 伸和 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-53410	(72) 発明者	山田 信明 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)3月11日	(72) 発明者	寺下 慎一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 山本 秀策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造プロセスを複雑とすることなく製造できるようにする。

【解決手段】 基板上に凹部形成用の膜を形成し、その膜に、円錐形または楕円錐形の表面をした型を押し付け、膜表面が逆円錐形や逆楕円形になった凹部を作製する。または、基板上に、円形または楕円形の複数の層からなり、各層が該当する基板に近くなるほど大きくなった周囲が階段状の凸部を形成し、その後、該凸部を覆うように基板上に膜を形成して、なだらかな外表面を有し、かつ、隣合う凸部間が最低部となった逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する。または、基板上に、感光性材料からなる膜を形成し、その後、該膜に対し、透過率を部分的に異ならせた階調マスクを用いて露光およびパターンニングし、該膜に逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、

該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であると共にその曲線の二次微分の符号が正であり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している液晶表示素子。

【請求項2】 少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、

該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が直線からなり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している液晶表示素子。

【請求項3】 少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、

該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であるとと共にその曲線の二次微分の符号が負であり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している液晶表示素子。

【請求項4】 前記凹部を有する基板に対向配設されるもう一方の基板に、該凹部の最低点に対応する位置に最高点を有する凸部が形成され、該最高点近傍を軸として前記表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している請求項1、2または3に記載の液晶表示素子。

【請求項5】 少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、

該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であるとと共にその曲線の二次微分の符号が正である領域と負である領域とから該基板表面形状がなり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している液晶表示素子。

【請求項6】 前記表示媒体は、前記液晶材料を主とする液晶領域が高分子材料にて囲まれた構成となっている請求項1、2、3、4または5に記載の液晶表示素子。

【請求項7】 前記凹部が、前記液晶領域の中心で表示領域内におけるセルギャップを最大にし、かつ、該液晶領域の端で表示領域内におけるセルギャップを最小にして形成され、該配向制御部材のセルギャップ最大部分に形成される軸対称配向中心が該液晶領域の中心に配設さ

れている請求項6に記載の液晶表示素子。

【請求項8】 前記凹部を有する基板の表面が、前記液晶領域の存在する絵素部と、該絵素部以外の非絵素部との境界が連続的に傾きが変化した面となっている請求項6または7に記載の液晶表示素子。

【請求項9】 前記凹部が、熱可塑性の絶縁体または熱硬化性の絶縁体により形成されている請求項1乃至8のいずれか一つに記載の液晶表示素子。

【請求項10】 前記凹部が、感光性を有する絶縁物により形成されている請求項1乃至8のいずれか一つに記載の液晶表示素子。

【請求項11】 前記凹部を有する基板の上に透明電極が形成されている請求項1乃至10のいずれか一つに記載の液晶表示素子。

【請求項12】 一対の基板の少なくとも一方の基板上に、凹部形成用の膜を形成する工程と、該膜に凹凸表面をした型を押圧して凹部を形成する工程とを含む液晶表示素子の製造方法。

【請求項13】 前記型に、凹凸表面が円錐または楕円錐形である型を用いる請求項12に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項14】 一対の基板の少なくとも一方の基板上に、円形または楕円形の複数の層からなり、各層が該当する基板に近くなるほど大きくなった周囲が階段状の凸部を形成する工程と、該凸部を覆うように基板上に膜を形成して、なだらかな外表面を有し、かつ、隣合う凸部間が最低部となった凹部を形成する工程とを含む液晶表示素子の製造方法。

【請求項15】 一対の基板の少なくとも一方の基板上に、感光性材料からなる膜を形成する工程と、該膜に対し、光透過率が階調的に変化するようにした階調マスクを用いて露光すると共にパターンニングし、該膜に凹部を形成する工程とを含む液晶表示素子の製造方法。

【請求項16】 前記一対の基板の間に、液晶と光重合性化合物との混合物を注入し、その後、紫外光を該混合物に照射して該光重合性化合物を硬化させる請求項12乃至15のいずれか一つに記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項17】 前記凹部がカラーフィルタに形成されている請求項1乃至6のいずれか一つに記載の液晶表示素子。

【請求項18】 前記カラーフィルタに形成された凹部が絵素部に設けられ、非絵素部が基板と平行になっている請求項17に記載の液晶表示素子。

【請求項19】 前記カラーフィルタが、着色層および遮光層を有し、これらの上層にオーバーコート層が形成された構成であり、該オーバーコート層の上層に透明電極が形成されている請求項17または18に記載の液晶表示素子。

【請求項20】 請求項19に記載の液晶表示素子を製造する方法であって、基板上の別々の箇所に着色層および遮光層を形成した後、オーバーコート層を形成し、該オーバーコート層の上から凹凸表面をした型を押し付けて、凹部を形成する液晶表示素子の製造方法。

【請求項21】 前記オーバーコート層が、熱可塑性、熱硬化および光硬化型樹脂のいずれか一つを用いて形成されている請求項19に記載の液晶表示素子。

【請求項22】 前記オーバーコート層が、オーバーコート剤を塗布後、溶剤を除去して形成されている請求項21に記載の液晶表示素子。

【請求項23】 前記型として、絵素に対応した凸面、または、突起が形成されているものを使用する請求項20に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項24】 前記型として、一部に平坦面を有するものを使用する請求項20に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項25】 請求項17に記載の液晶表示素子の製造方法であって、カラーレジストをホトリソグラフィ技術にて加工してカラーフィルタの着色層を作製するとき、絵素中央部に相当するカラーレジスト部分を硬化させないようにしたホトマスクを使用して光照射を行って、該着色層の絵素中央部に前記凹部を形成するためのくぼみを形成する液晶表示素子の製造方法。

【請求項26】 前記ホトマスクに、前記くぼみの形成部が直径10 $\mu$ m以下となっているものを使用する請求項25に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項27】 基板上に前記着色層および前記遮光層を有し、該着色層が、請求項25または26に記載の液晶表示素子の製造方法により得られた、開口縁が直径10 $\mu$ m以下のくぼみを有するものであり、この着色層よりも該遮光層が高く形成され、その上のオーバーコート層が無機材料または有機材料からなる請求項19に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえばパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、アミューズメント機器、テレビジョン装置などの平面ディスプレイに用いられ、また、シャッタ効果を利用した表示板、窓、扉または壁などに用いられる液晶表示素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】上述した液晶表示素子として、TNモードのものが知られている。このモードの液晶表示素子は、図31(a)～(c)に示すように、基板1、2の間に設けられた液晶層の液晶分子が配向する。つまり、液晶層に電圧を印加すると、電圧を印加しない図31

(a)の状態から図31(b)に示す状態に液晶分子の配向方向が変化する。図31(c)は、電圧過飽和の場

合の配向状態を示す。

【0003】この配向方向変化の場合には、図31

(b)に示す中間調状態でA、B両方向から見ると液晶分子の見かけ上の光透過率が異なり、視角特性に方向依存性が生じる。この視角特性の方向依存性を改良するためには、絵素内で少なくとも2方向以上の方向に液晶分子を配向させ、広視角モードにすることが必要である。

【0004】図31(d)～(f)は、広視角モードの電圧印加による配向変化を示す。この図31(d)～(f)における液晶表示素子は、一对の基板1、2の間に、高分子材料7にて囲まれた液晶領域8の液晶分子9が、軸10を中心として軸対称状に、つまり同心円状、放射状または渦巻状に配向している。このような配向状態では、中間調状態である図31(e)に示すように、A、B両方向から見た場合の液晶分子の見かけ上の光透過率が平均化される。よって、A、B両方向からの光の透過率が等しくなり、視角特性が、図31(a)～(c)のTNモードに比べて改善される。

【0005】ところで、広視角モードの具体例としては、以下の液晶表示素子が提案されている。

【0006】第1の液晶表示素子は、上述した図31

(d)～(f)に示した構成のものであり、液晶セル内に高分子壁で囲まれた液晶領域を有する構成となっている。この場合、偏光板を要さずしかも配向処理が不要である。この液晶表示素子においては、液晶の複屈折を利用して透明または白濁状態を電氣的にコントロールするようになっており、より具体的には、電圧を印加し、液晶分子の常光屈折率と支持媒体(高分子壁)の屈折率とを一致させて液晶の配向が揃うときには、透明状態を表示し、電圧無印加には液晶の配向のみだれによる光散乱状態を表示するようになっている。

【0007】この第1の液晶表示素子の作製方法としては、光硬化性または熱硬化性樹脂と液晶との混合物を液晶セル間に注入し、その後、セル間の混合物の樹脂を硬化させることにより液晶を析出させ、樹脂(高分子壁)中に液晶領域を形成させる方法が提案されている(特表昭61-502128号)。さらに、この液晶表示素子に、互いに直交する偏光板を組み合わせるものも提案されている(特開平4-338923号、特開平4-212928号)。

【0008】第2の液晶表示素子は、非散乱型で、偏光板を用いており、液晶と光硬化性樹脂との混合物からの相分離により、高分子材料で囲まれた、複数のドメインからなる液晶領域を作製した構成となっている(特開平5-27242号)。この液晶表示素子においては、形成した高分子材料により液晶領域の各ドメインの配向状態が乱されてランダム状態になり、電圧印加時に個々のドメインで液晶分子の立ち上がる方向が異なるために、各方向から見た見かけ上の透過率( $\Delta n \cdot d$ が平均化されるため)が等しくなり、中間調状態での視角特性が改

善されるものである。

【0009】第3の液晶表示素子は、基板表面に、結晶性高分子からなる球晶構造を形成し、軸対称な配向規制力を生かして液晶領域を作製した広視角表示モードの構成である（特開平6-308496号）。

【0010】第4の液晶表示素子は、基板上に配向膜を塗布し、ラビングなどの配向処理を行わず、液晶分子をランダム方向に配向させた構成のものである（特開平6-194655号）。

【0011】しかし、第3、第4の液晶表示素子共に、絵素内に液晶分子が異なった方向に向いているため、ディスクリネーションラインが発生し、コントラストを低下させるという難点がある。

【0012】第5の液晶表示素子としては、絵素内でディスクリネーションラインを発生させないようにすべく、絵素内の液晶の配向方向を軸対称方向に配向させる方式のものが提案されている。この方式の一つとして、最近、本願出願人が、光重合時にホトマスクなどで光制御することにより液晶分子が絵素領域内で軸対称状の配向状態（渦巻状など）となり、液晶分子が電圧で制御されることにより、渦巻状配向がホメオトロピック状態に変化するように動作をし、視角特性を著しく改善できる液晶表示素子を提案している（特開平7-120728号）。

【0013】第6の液晶表示素子として、特開平6-265902号、または特開平6-324337号に軸対称状の配向を配向処理により作製したものが提案されている。前者は、概念的な発明であって具体的でない。一方、後者は、基板上に軸対称状の細溝を形成して、軸対称状の配向状態を実現するものであるものの、液晶分子のプレチルトを制御することが難しく、ディスクリネーションラインが発生したり、軸対称配向が不安定になったりするという難点がある。

【0014】更に、第7の液晶表示素子として、液晶への温度パターン及び印加電圧パターンを工夫して液晶に付与し、絵素内の液晶領域を軸対称配向させたASM構造のものが提案されている（特開平6-301015号、特開平7-120728号など）。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術により液晶分子を軸対称配向とした場合には、軸対称配向の軸位置の制御が不十分で、液晶分子の軸対称配向の配向軸が傾いたり、あるいは配向軸の位置がずれたりし、図32（b）に示すような配向状態となる。なお、図32は直交ニコル状態でセルを傾けて偏光顕微鏡にて観察した結果を示す図であり、（a）は軸ずれのない場合を示し、（b）は軸ずれのある場合を示す。また、視角を変化させて観察すると、1絵素内で視角方向となる領域（黒く見える部分）の面積が多くなる。この図より理解されるように、軸ずれのある絵素においては、他の

絵素と平均的な透過率に差が生じ、全体的に見てざらつきとして観察される。したがって、従来の液晶表示素子においては、液晶分子配向の配向軸を厳密に位置制御する必要がある。

【0016】また、従来技術による場合には、液晶分子の方向を軸対称に配向させるために、温度パターン及び印加電圧パターンを液晶へ付与する必要があり、工業的に製造プロセスが複雑であるため、製造コストを高くする要因の一つとなっていた。本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、製造プロセスを複雑とすることなく製造できる液晶表示素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示素子は、少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であると共にその曲線の二次微分の符号が正であり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向し、そのことにより上記目的が達成される。

【0018】本発明の液晶表示素子は、少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が直線からなり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向し、そのことにより上記目的が達成される。

【0019】本発明の液晶表示素子は、少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、該一対の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であると共にその曲線の二次微分の符号が負であり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向し、そのことにより上記目的が達成される。

【0020】上述の3種類の液晶表示素子において、前記凹部を有する基板に対向配設されるもう一方の基板に、該凹部の最低点に対応する位置に最高点を有する凸部が形成され、該最高点近傍を軸として前記表示媒体の液晶分子が軸対称に配向している構成とすることができる。

【0021】本発明の液晶表示素子は、少なくとも一方が透明である一対の基板間に、少なくとも液晶材料を含んでなる表示媒体が存在する液晶表示素子において、該

一对の基板の少なくとも一方の基板が該表示媒体側に凹部を備え、該凹部はその中心付近に最低部を有し、かつ、該最低部を通る断面における基板表面形状が曲線であると共にその曲線の二次微分の符号が正である領域と負である領域とから該基板表面形状がなり、該最低部付近を軸として該表示媒体の液晶分子が軸対称に配向し、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】本発明の液晶表示素子において、前記表示媒体は、前記液晶材料を主とする液晶領域が高分子材料にて囲まれた構成となってもよい。

【0023】本発明の液晶表示素子において、前記凹部が、前記液晶領域の中心で表示領域内におけるセルギャップを最大にし、かつ、該液晶領域の端で表示領域内におけるセルギャップを最小にして形成され、該配向制御部材のセルギャップ最大部分に形成される軸対称配向中心が該液晶領域の中心に配設されている構成としてもよい。

【0024】本発明の液晶表示素子において、前記凹部を有する基板の表面が、前記液晶領域の存在する絵素部と、該絵素部以外の非絵素部との境界が連続的に傾きが変化した面となっている構成としてもよい。

【0025】本発明の液晶表示素子において、前記凹部が、熱可塑性の絶縁体または熱硬化性の絶縁体により形成されている構成としてもよい。

【0026】本発明の液晶表示素子において、前記凹部が、感光性を有する絶縁物により形成されている構成としてもよい。

【0027】本発明の液晶表示素子において、前記凹部を有する基板の上に透明電極が形成されている構成としてもよい。

【0028】本発明の液晶表示素子の製造方法は、一对の基板の少なくとも一方の基板上に、凹部形成用の膜を形成する工程と、該膜に凹凸表面をした型を押圧して凹部を形成する工程とを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0029】本発明の液晶表示素子の製造方法において、前記型に、凹凸表面が円錐または楕円錐形である型を用いるようにしてもよい。

【0030】本発明の液晶表示素子の製造方法は、一对の基板の少なくとも一方の基板上に、円形または楕円形の複数の層からなり、各層が該当する基板に近くなるほど大きくなった周囲が階段状の凸部を形成する工程と、該凸部を覆うように基板上に膜を形成して、なだらかな外表面を有し、かつ、隣合う凸部間が最低部となった凹部を形成する工程とを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0031】本発明の液晶表示素子の製造方法は、一对の基板の少なくとも一方の基板上に、感光性材料からなる膜を形成する工程と、該膜に対し、光透過率が階調的に変化するようになした階調マスクを用いて露光すると

共にパターンニングし、該膜に凹部を形成する工程とを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0032】本発明の液晶表示素子の製造方法において、前記一对の基板の間に、液晶と光重合性化合物との混合物を注入し、その後、紫外光を該混合物に照射して該光重合性化合物を硬化させるようにしてもよい。

【0033】本発明の液晶表示素子において、前記凹部がカラーフィルタに形成されている構成としてもよい。

【0034】本発明の液晶表示素子において、前記カラーフィルタに形成された凹部が絵素部に設けられ、非絵素部が基板と平行になっている構成としてもよい。

【0035】本発明の液晶表示素子において、前記カラーフィルタが、着色層および遮光層を有し、これらの上層にオーバーコート層が形成された構成であり、該オーバーコート層の上層に透明電極が形成されている構成としてもよい。

【0036】本発明の液晶表示素子の製造方法において、基板上の別々の箇所に着色層および遮光層を形成した後、オーバーコート層を形成し、該オーバーコート層の上から凹凸表面をした型を押し付けて、凹部を形成するようにしてもよい。

【0037】本発明の液晶表示素子において、前記オーバーコート層が、熱可塑性、熱硬化および光硬化型樹脂のいずれか一つを用いて形成されているようにしてもよい。本発明の液晶表示素子において、前記オーバーコート層が、オーバーコート剤を塗布後、溶剤を除去して形成されているようにしてもよい。

【0038】本発明の液晶表示素子の製造方法において、前記型として、絵素に対応した凸面、または、突起が形成されているものを使用するようにしてもよい。

【0039】本発明の液晶表示素子の製造方法において、前記型として、一部に平坦面を有するものを使用するようにしてもよい。

【0040】本発明の液晶表示素子の製造方法において、カラーレジストをホトリソグラフィ技術にて加工してカラーフィルタの着色層を作製するとき、絵素中央部に相当するカラーレジスト部分を硬化させないようにしたホトマスクを使用して光照射を行って、該着色層の絵素中央部に前記凹部を形成するためのくぼみを形成するようにしてもよい。前記ホトマスクに、前記くぼみの形成部が直径10 $\mu$ m以下となっているものを使用することが好ましい。

【0041】本発明の液晶表示素子は、このようにして得られた、開口縁が直径10 $\mu$ m以下のくぼみを有する着色層を用いると共に、この着色層よりも遮光層を高く形成し、その上に無機材料または有機材料からなるオーバーコート層が設けられた構成としてもよい。

【0042】以下に、本発明の作用につき説明する。

【0043】本発明においては、各絵素に対応する基板上の位置に、たとえば逆円錐形や逆楕円錐形の凹部を設

けると、その最低部の近傍で液晶分子を基板面に対し平行に配向させた場合、凹部の形状に沿って軸対称状に配向し、最低部の部分は軸対称配向の中心軸となる。このため、電圧印加無しで上述した第7の液晶表示素子と同様の軸対称配向が得られるようになる。また、凹部の最も低い位置が軸対称配向の中心となるので、絵素ごとに一定形状の凹部を規則的に形成しておくことにより、画面全体で均一な軸対称配向を容易に得ることが可能となる。このことにより、低コストであり、均一でざらつきの少ない優れた表示品位の液晶表示素子を提供できる。

#### 【0044】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を具体的に説明する。

【0045】（凹部における基板表面形状）本発明でいう、「最低部を通る断面における基板表面形状を表す線の二次微分の符号」とは、該その基板表面形状を表す線（絵素周辺から最低部への範囲）が上に凸か下に凸かを示している。たとえば

①符号が正の場合とは、基板表面形状が下に凸な構造になっており、逆楕円錐形状などである。

【0046】②符号が0の場合とは、基板表面形状が直線にて構成された場合であり、形状としては、共に後述する図20、図22などに示すように逆円錐形状である。

【0047】③符号が負の場合とは、基板表面形状が上に凸の場合で、共に後述する図25、図27などに示される形状である。

【0048】④符号が正負の両者を有する場合とは、基板表面形状が上に凸な部分と下に凸な部分とを合わせ持つ構造であり、後述する図26に示すような形状を言う。

【0049】これらの構造は、回転対称体であることが必要であるが、部分的に上記①～④の構造が混在していても差し支えない。

【0050】（凹部の作製方法）凹部の形成は、次に述べる第1～第4の方法によって達成される。

【0051】第1の方法は、基板上に凹部形成用の膜を形成し、その膜に、円錐形または楕円錐形の凸部表面を有する型を押し付け、膜表面に逆円錐形や逆楕円形になった凹部を形成する方法である。

【0052】第2の方法は、基板上に、円形または楕円形の複数の層からなり、各層が該当する基板に近くなるほど大きくなった周囲が階段状の凸部を形成し、その後、該凸部を覆うように基板上に膜を形成して、なだらかな外表面を有し、かつ、隣合う凸部間が最も低い底となった逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する方法である。

【0053】第3の方法は、基板上に、感光性材料からなる膜を形成し、その後、該膜に対し、透過率を部分的に異ならせた階調マスクを用いて露光およびパターンン

グし、該膜に逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する方法である。

【0054】第4の方法は、基板上にカラーフィルタ用の着色層をホトリソグラフィ技術にて形成する際に、絵素中央部に相当するカラーレジスト部分を硬化させないようにしたホトムスクを使用して光照射し、着色層の絵素中央部に断面V字状のくぼみを形成する方法である。この場合、着色層の周囲を囲むように設けられる遮光層、たとえばブラックマトリクス（BM）を着色層より高く形成し、その上にオーバーコート層を形成すると、前記くぼみに相当するオーバーコート層部分が最低部となった凹部が形成される。前記くぼみの開口縁の大きさは10 $\mu$ m以下にするのが好ましい。その理由は後述する。

【0055】以上の方法による場合には、なだらかな表面を有する凹部を形成できるので、絵素部と非絵素部との境界で傾きが連続的に変化した基板表面にすることが可能となる。よって、絵素部と非絵素部との境界に液晶の配向欠陥が無くなるため、電圧印加時のディスクリネーションに基づくコントラスト低下を防ぐことができる。

【0056】（凹部の個数等）上記凹部は、各絵素に対して1または2以上にしても良く、また、2以上の絵素に対して1つの凹部を設けるようにしても良い。

【0057】また、凹部の最低部は点であるのがよいが、ある面積を持った面であつてもよい。その面の大きさは5 $\mu$ m以下であることが好ましい。面の大きさが5 $\mu$ mより大きい場合には、軸対称配向の配向軸の位置が絵素内で偏り、表示面がざらついて見えるからである。

【0058】凹部を形成するための材質としては、透明であればどのような材料をも使用できる。

【0059】（駆動法）本発明の液晶表示素子は、単純マトリックス駆動方式はもちろんのこと、a-Si-TFT、p-Si-TFTおよびMIMなどのアクティブマトリックス駆動方式などの駆動法で駆動でき、本発明では、特に限定しない。なお、液晶表示素子の特性に合わせて、上記駆動法から選定するのが好ましい。

【0060】（基板材料）基板材料としては、透明固体であるガラス基板や、高分子フィルムからなるプラスチック基板などが利用できる。

【0061】プラスチック基板としては、可視光を吸収しにくい材料が好ましく、たとえばPET、アクリル系ポリマー、スチレンまたはポリカーボネートなどが使用できる。このようなプラスチック基板を用いる場合には、基板自体に凹部を直接形成することが可能となる。

【0062】さらに、一对の基板に、異なる2種の基板を用いることもでき、また、同種異種に問わず基板厚みの異なった基板を2枚組み合わせ使用することもできる。また、プラスチック基板の場合、基板自身に偏光能を持たせることにより偏光板を一体化した液晶表示素子

を作製することができる。

【0063】以下に、本発明のより詳しい実施形態を説明する。但し、本発明は、これに限定されるものではない。

【0064】（実施形態1）本実施形態1は、凹部の作製を型を押し付けて作製する場合である。

【0065】本実施形態1の液晶表示素子は、以下のよう

に作製した。

【0066】2つの基板としては、1.1mm厚のガラス基板上に、500オングストローム厚のITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物）を透明電極として有する基板を使用した。

【0067】この基板の一方の上に、セルギャップ保持用のスペーサー（直径4.5μm）を0.5wt%混合した感光性レジスト（V-259PA（新日鉄化学（株））を塗布し、ホトマスクを用いて図1（a）、（b）に示すようなパターンニングを基板上に施した。

【0068】次に、その上に、感光性レジスト（OMR83：東京応化社製）を2.0μmの厚さに成膜した後、基板を200℃のオーブン中に入れて膜を軟化させた。

【0069】次に、軟化した状態の膜に、図2（a）、（b）に示すような金型を基板面に押し付けて、図3（a）、（b）に示すような絵素ごとに逆円錐形状をした凹部を形成した。

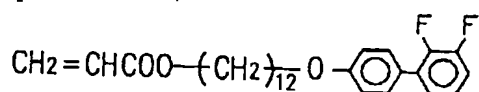
【0070】次に、この基板上に、ITOをスパッタにより成膜し、目的の基板を得た。

【0071】次に、他方のITO付きガラス基板に、ガラスファイバー（径4.5μm）を混合したシール剤（ストラクトボンドXN-21S）を印刷した。この工程は、一方のITO付きガラス基板上への凹部の形成よりも先に行ってもよい。

【0072】次に、以上のようにして作製した2つの基板を貼り合わせてセルを作製した。次に、セル内に、以下の混合物を注入した。混合物は、R-684（日本化薬社製）を0.1gと、p-フェニルスチレンを0.1gと、以下に記載の化合物を10.06gと、さらに液晶材料ZLI-4792（メルク社製：S-811を0.4重量%含有）を3.74gと、光開始剤（Irgacure 651）を0.02gとを混合したものである。

【0073】

【化1】



【0074】次に、注入した混合物を熔融状態から冷却した。このとき、注入した混合物を、一旦、アイソトロピック温度以上の温度にし、等方相状態から徐冷すると、軸対称性のさらなる向上が図れる。特に、注入口付

近の流れ配向を是正することができる。

【0075】次に、セルの温度を25℃に維持し、2.5mW/cm<sup>2</sup>の強度で紫外線を20分間照射し、配向を固定させた。

【0076】図4は、以上のようにして作製したセルを、偏光顕微鏡で観察した状態を示す模式図である。液晶領域が絵素10ごとに1つ配され、モノドメイン状態で、かつ、液晶分子が軸対称状に配向していた。また、配向の中心は逆円錐形状の中心に固定されていたため、目視において画面全体で全くざらつきが観察されず、つまり全ての液晶領域において軸対称状配向が達成された。このことは、互いに直交する2枚の偏光板を、セルを挟むようにして固定し、セルを回転させたところ、液晶領域のシュリーレン模様3の位置が一定で、周りの高分子壁4だけが回転しているように観察されることにより理解される。

【0077】次に、作製したセルの両側に、互いに直交する2枚の偏光板を各々貼り合わせて液晶表示素子を作製した。

【0078】以上のようにして作製液晶表示素子を電圧印加しながら、偏光顕微鏡で観察したところ、電圧印加時においてもディスクリネーションラインが発生せず全体に黒くなっていく事が観察された。

【0079】図5は本実施形態で作製したセルの電気光学特性を示す図であり、また、図6は従来のTNセルの電気光学特性を示す図である。本測定では、偏光軸を互いに平行にした2枚の偏光板をブランク（透過率100%）として測定した。これら両図から理解されるように、本実施形態にて得られたセルは、TNセルで見られるような反転現象は見られず、電圧飽和時の高視角方向での透過率の増加も見られない。さらに、中間調においてもざらつきは観察されなかった。

【0080】（実施形態2）本実施形態2は、2枚の基板の両方が逆円錐形状の凹部を有する場合である。まず、実施形態1と同様の逆円錐形状の凹部を有する基板を2枚作製し、図7（a）に示すように互いに貼り合わせ液晶セルを作製した。

【0081】次に、液晶セル内に、実施形態1と同様な液晶と光硬化性樹脂とを混合した混合物を注入し、続いて、50℃にて365nmの紫外光を3.2mW/cm<sup>2</sup>の強度で20分間照射し、モノマーを硬化させた。

【0082】このようにして作製した液晶セルを偏光顕微鏡下で観察したところ、絵素中心に軸位置を有する軸対称配向が絵素毎に形成されていた。また、作製された液晶表示素子は軸対称配向のため、視野角が従来より格段に広がっていた。その視野角は、上下で±60°以上、左右で±60°以上であり、コントラストは10であった。

【0083】なお、本実施形態2では、図示のように凹部同士が上下方向で一致するように2枚の基板を対向す

るのが望ましいが、一方の凹部が他方の凹部に対して基板表面に沿った方向に多少ずれていても軸対称配向にすることが可能である。

【0084】(実施形態3) 本実施形態は、図7(b)に示すように、凹部の最低点に対応する位置に最高点を有する凸部をもう一方の基板に形成した場合である。

【0085】本実施形態では、以下のように作製した。

【0086】まず、一方の基板に実施形態1と同様の逆円錐形の凹部を有する基板を作製し、対応するもう一方の基板の上に、実施形態1とは逆の形状(逆円錐形)を有する型を用いて円錐形の凸部を形成した。

【0087】次に、両基板を、図7(b)に示すように、対向配設した。つまり、凹部の最低点と凸部の最高点とが対向するように両基板を対向させた。続いて、両基板をその状態のまま貼り合わせた。

【0088】次に、貼り合わせた両基板の間に、実施形態1と同様な液晶と光硬化性樹脂との混合物を注入し、実施形態2と同様にして液晶セルを作製した。

【0089】このようにして作製した液晶セルを偏光顕微鏡下で観察したところ、絵素中心に軸位置を有する軸対称配向が絵素毎に形成されていた。また、作製された液晶表示素子の光学特性は、実施形態1と同様な図5に示されるようになり、図6に示す表示画像の反転減少は観察されず、電圧飽和時の広視角方向における透過率の上昇も観察されなかった。

【0090】(実施形態4) 本実施形態4は、実施形態1で用いた型の代わりに、凹部毎に放射状の細溝が形成された型と、凹部毎に同心円状の細溝が形成された型とを用いる場合である。

【0091】まず、図8に示す型を用いて、実施形態1と同様にして液晶セルを作製した。図8(a)は上基板側の型であり、図8(b)は下基板側の型である。つまり、上下基板で、細溝が互いに直交する型を用いている。

【0092】次に、液晶セル内に液晶材料{ZLI-4792(メルク社製:S-811を0.4重量%含有)}を注入した。なお、紫外光を照射する以外は実施形態1と同様に作製した。

【0093】このように作製したセルは、絵素毎に液晶分子が軸対称に配向し、TNセルに見られるような反転現象は見られず、目視において画面全体で全くざらつきが観察されなかった。

【0094】本実施形態では、凹部毎に放射状に細溝を形成した型を上基板用として、凹部毎に同心円状の細溝が形成された型を下基板用として使用したが、逆に使用してもよい。また、これら放射状や同心円状に限らず、螺旋状に細溝を形成した型を、放射状や同心円状の細溝が形成された型の代わりに用いてもよい。この場合においても、用いた型に応じて、軸の周りに液晶分子が放射状、螺旋状または同心円状に配向した液晶領域が得られ

る。更には、上述した細溝を有する型を一方の基板にのみ用いることもできる。

【0095】(実施形態5) 本実施形態5は、円形または楕円形の複数の層からなり、各層が該当する基板に近くなるほど大きくなった周囲が階段状の凸部を形成し、その後、該凸部を覆うように基板上に膜を形成して、なだらかな外表面を有し、かつ、隣合う凸部間が最低部となった逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する場合である。

【0096】本実施形態5の液晶表示素子は以下のようにして作製した。

【0097】TFT(薄膜トランジスタ)を形成する基板と対向配設される、もう一方の基板である、カラーフィルタの形成された対向基板の上に、直径 $4.0\mu\text{m}$ のスペーサーを0.5wt%混合させた感光性レジストを塗布し、ホトマスク(図1(a)、(b)参照)を用いてパターンニングした。

【0098】次に、基板の上に、実施形態1と同様のレジスト材料を用いてレジスト膜を形成した。続いて、そのレジスト膜の上に、図9(a)~(c)に示す径の異なる円形の遮光部(斜線部分)を有するホトマスクを、遮光部の径の小さいホトマスクから順に使用してパターンニングを施した。さらに、図10に示すようなホトマスクでパターンニングし、図11に示すような周囲が階段状をした凸部を有する基板を得た。また、以上のホトマスクを使用したパターンニングにより、上記スペーサーが非絵素部にのみ存在する状態になる。

【0099】その後、同レジストを使用し、階段状の凸部を有する基板上に膜を形成し、その膜により階段状の凸部を平滑化すると共に、絵素部と非絵素部との境界を平滑化し、緩やかな逆円錐形状の凹部を有する基板を得た。なお、絵素部と非絵素部との境界をなめらかにした場合には、絵素部と非絵素部との境界の表面において両者の角度が急激に変化するときよりも、その境界部分に対応する位置での液晶分子の配向角度を連続的に変化させ得るので好ましい。

【0100】次に、予めまたはその後に作製したTFTを有する基板と、上述のようにして凹部が形成された基板とを、実施形態1と同様にして貼り合わせ、セルを作製した。

【0101】次に、セルの内部に、液晶と光重合性化合物との混合物を注入し、続いて、 $3.2\text{mW}/\text{cm}^2$ の強度で紫外光をその混合物に40分間照射し、光重合性化合物を重合させて、配向状態を固定させた。

【0102】このようにして作製したセルを偏光顕微鏡で観察したところ、実施形態1と同様、一区画ごとに、モノドメイン状態で、かつ、液晶分子が軸対称状に配向していた。また、目視において画面全体で全くざらつきが観察されなかった。また、電圧印加時にもディスクリネーションは発生せず、高コントラストであった。



【0103】（実施形態6）本実施形態では、次のようにして液晶セルを作製した。

【0104】実施形態5と同様にして液晶セルを作製し、セル内に以下の混合物を注入した。混合物は、R-684（日本化薬社製）を0.05gと、液晶材料ZLI-4792（メルク社製：S-811を0.4重量%含有）を1.9gと、光開始剤（Irgacure 651）を0.0025gとを混合したものである。つまり、この場合の混合物は、高分子材料の重量比率を、5wt%よりも減少させた配合となっている。

【0105】次に、実施形態2と同様にして紫外線を照射した。

【0106】このようにして作製したセルは、上述した配合の混合物を用いた故に、高分子壁が実質的に形成されず、図12に示すように基板表面上に高分子膜が形成され、かつ、液晶分子が絵素毎に軸対称状に配向していた。また、目視において画面全体で全くざらつきが観察されず、電圧印加時のコントラストも良好であった。

【0107】（実施形態7）本実施形態7は、感光性材料からなる膜を形成し、その後、該膜に対し、透過率を部分的に異ならせた階調マスクを用いて露光およびパターンニングし、該膜に逆円錐形または逆楕円錐形の凹部を形成する場合である。

【0108】本実施形態7の液晶表示素子は以下のようにして作製した。

【0109】ITO付ガラス基板に、セルギャップ保持用のスペーサー（直径：4.5 $\mu$ m）を平均40個程度/mm<sup>2</sup>に散布した後、感光性レジスト（OMR83：東京応化社製）を塗布し、図13に示すようなホトマスクにて15mW/cm<sup>2</sup>の強度でレジストを露光、現像し、長絵素パターンを得た。

【0110】その後、ネガ型感光性レジスト（V-259PA：新日鉄化学（株）製）を厚み2 $\mu$ mに塗布し、図14に示すような透過率が異なる階調パターンを有するホトマスクにて露光現像することにより、図15

(a)、(b)、(c)に示すような楕円形状の凹部を有する基板を作製した。上記階調パターンを有するホトマスクは、中心部分が透過率100%で絵素端となる部分が透過率0%となっており、中間部では段階的に透過率が変化している。このホトマスクは、エッチングにより除去する面積を段階的に変化させることにより作製される。

【0111】次に、その上にITOを成膜することにより、目的の基板を得た。

【0112】次に、予めまたはその後に作製したもう一方の基板の上に配向膜を塗布し、その配向膜を有する基板と、上述のようにして得た基板とを貼り合わせ、セルを作成した。

【0113】次に、セル内に、実施形態1と同様、液晶と光重合性化合物の混合物を注入し、3.0mW/cm

2の紫外光を照射して、セル内部で重合させた。

【0114】このようにして作製したセルを偏光顕微鏡下で観察したところ、軸対称配向状態であることが観察された。また、配向軸の位置は絵素の中心に固定されており、いずれの絵素においても、位置の大きなずれは観察されなかった。画面を目視で観察しても、ざらつきは観察されなかった。

【0115】（比較例1）実施形態1と同様に、基板にスペーサーを0.5wt%混合させたレジスト材で図1に示すようにパターンニングした後、図10に示すホトマスクを用いてスペーサーを絵素領域から遮蔽する壁を感光性レジスト（OMR83：東京応化社製）で形成した基板を得た。その後、実施形態1と同様にして、前記壁を有する基板と、配向膜を塗布した基板とを貼り合わせてセルを作製した。該セルに、実施形態1と同様の液晶および光重合性樹脂の混合材料を注入し、実施形態1と同様に紫外光を照射し、配向状態を固定した。

【0116】このようにして作製されたセルを、偏光顕微鏡下で観察したところ、軸対称配向は形成されていないことが確認された。また、目視においても、画面のざらつきが多く観察された。

【0117】（実施形態8）本実施形態8は、1絵素中に、凹部を2つ設ける場合である。

【0118】本実施形態8の液晶表示素子は、以下のよう

【0119】実施形態7と同様に、ITO付ガラス基板の上にプラスチックビーズ（直径4.5 $\mu$ m）を散布し、図13に示すホトマスクで露光し、パターンニングした。

【0120】次に、感光性レジスト（V-259PA）を塗布し、図16に示す階調ホトマスクを用いて露光し、1絵素中に2つの逆円錐形状の凹部を基板の上に得た。

【0121】次に、このようにして得た基板と、予めまたはその後作製したもう一方の対向基板とを貼り合わせ、液晶セルを作製した。

【0122】その後、該セルに、実施形態1と同様の混合材料を注入した後、加熱徐冷することにより均一な軸対称配向を得た。

【0123】このようにして得られた液晶セルを偏光顕微鏡下で観察したところ、図17に示すように1絵素内の2つの軸対称配向が均一に形成されているのが確認された。

【0124】上述した実施形態2では、TFTが形成される基板とは反対側の対向基板側であって、その対向基板上に形成されたカラーフィルタの上に別途、凹部を設ける構成としているが、本発明はカラーフィルタ自身が凹部となる構成とすることを含む。以下に、その実施形態につき具体的に説明する。

【0125】（本発明で使用するカラーフィルタの作製方法）本発明のカラーフィルタの作製方法を図18に

基について説明する。

【0126】まず、図18(a)に示すように、基板上に着色層を形成する。本発明では、形成する方法は、特に限定しないが、電着法、フィルム貼り付け法、印刷法またはカラーレジスト法などが使用できる。続いて、遮光層としてのBM（ブラックマトリクス）を形成する。BMとしては、Mo、Al、Taなどの金属材料、ブラックレジストなどの有機材料が使用できる。着色層とBMは、どちらを先に形成しても本発明には影響なく、個々のカラーフィルタ作製方法にしたがって形成すればいい。

【0127】次に、図18(b)に示すように、これら上にオーバーコート剤を塗布し、必要に応じて含有する溶剤を除去する。

【0128】次に、オーバーコート剤からなる膜の上に、カラーフィルタ上に形成したい形状のネガパターンの型を押し付ける。このとき、オーバーコート剤が後述する光硬化性樹脂の場合は光照射によりその形状を固定し、オーバーコート剤が熱硬化性樹脂の場合は熱を付与し、また、熱可塑性樹脂の場合は、一旦可塑化する温度まで加熱し、加圧状態でさらに冷却する。これにより、所望の形状の凹部であるカラーフィルタが形成される。したがって、型を選ぶ事により、自由に形状を再現性よく形成することができる。

【0129】すなわち、軸対称配向に必要なすり鉢状形状を形成する場合は、すり鉢を逆にした構造、円錐形の凹部にしたいときには、円錐状の突起を対応する場所に押し付けることにより形成することができる。さらに、この基板上に、透明電極を形成し、場合によっては、さらに、絶縁層を形成してもよい。

【0130】（オーバーコート材料）凹部の形成されるオーバーコート材料としては、光硬化性、熱硬化性、または熱可塑性の材料が使用できる。さらに、本発明では、セル内に最終的に残して使用され、該材料上に透明電極を形成するため、耐熱性に優れたポリイミド、エポキシアクリレートなどを使用することができる。

【0131】以下の本実施形態9～12および比較例2、3において、一方の基板上へのカラーフィルタの作製について説明する。

【0132】（実施形態9）本実施形態9のカラーフィルタ(1)は、以下のようにして作製した。

【0133】硝子基板(1.1mm厚)上に、カラーレジストを使用してR、G、Bに対応した着色層を各絵素に形成し、また、ブラックレジストで絵素外にBM（ブラックマトリクス）を形成した。

【0134】次に、上記基板上に、熱硬化性のオーバーコート剤を塗布してオーバーコート膜を形成し、硬化温度より低い温度で溶剤を除去した。

【0135】次に、基板上に、図19(a)に示すように各絵素毎に円錐状の突起を有する型を押し付け、加圧

状態で硬化温度まで加熱した。続いて、図19(b)に示すように型を剥離した。その結果、円錐状の凹部がオーバーコート膜に形成された。

【0136】次に、この基板上に、ITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物、厚み1000オングストローム）からなる透明電極を形成し、さらに、その上に図示しない絶縁層(SiO<sub>2</sub>)を形成した(図20参照)。

【0137】（比較例2）比較例2のカラーフィルタ(2)は、以下のようにして作製した。

【0138】実施形態9のカラーフィルタの作製時に用いた型に代えて、平滑面を有するガラス基板（コーニング社製：7059）を型に用いることにより、平滑化されたカラーフィルタが得られた。本カラーフィルタ

(2)は、平滑性が要求されるSTN-LCDなどに使用することができる。本カラーフィルタ(2)の表面形状の測定例を図21に示す。

【0139】（実施形態10）本実施形態10のカラーフィルタ(3)は、以下のようにして作製した。

【0140】実施形態9のカラーフィルタの作製時に用いた型に代えて、絵素外の領域で平面で、かつ、絵素領域が円錐状突起となっている型を用いることにより、絵素外が平滑化されたカラーフィルタが得られた(図22参照)。

【0141】（比較例3）比較のために、従来使用されていた絵素の外部(BM部分)がへこんでいるカラーフィルタ(4)を使用した(図23参照)。

【0142】（実施形態11）本実施形態11のカラーフィルタ(5)は、以下のようにして作製した。

【0143】実施形態8のカラーフィルタの作製時の光硬化性のオーバーコート剤(V259PA；新日鉄化学社製)を使用し、型押し後に加圧しながら紫外線を照射して硬化させてカラーフィルタ(5)を作製した。

【0144】（実施形態12）本実施形態12のカラーフィルタ(6)は、以下のようにして作製した。

【0145】実施形態9のカラーフィルタの作製時のオーバーコート剤(PPO：ポリフェニルオキシサイド溶液)を使用し、型押し後に加圧しながら熱可塑性させ、さらに冷却固化させることによりカラーフィルタ(6)を作製した。

【0146】なお、上述した実施形態9～12および比較例2、3のカラーフィルタ(1)～(6)を作製するにおいて、型側に離型性の優れた材料を塗布することにより容易に、カラーフィルタを作製することができる。本発明では、あらかじめ型にサイトップ（旭ガラス社製）を塗布、固化して使用した。

【0147】以上説明したカラーフィルタ(2)を除く、(1)、(3)、(4)、(5)および(6)のカラーフィルタを有する基板と、後述するTFTが設けられたTFT基板(1)とを対向配設して貼り合わせ、表

1に示す5つのセルを作製した。

【0148】

【表1】

	カラーフィルタ基板	TFT基板
実施形態9	カラーフィルタ(1)	TFT基板(1)
実施形態10	カラーフィルタ(3)	TFT基板(1)
実施形態11	カラーフィルタ(5)	TFT基板(1)
実施形態12	カラーフィルタ(6)	TFT基板(1)
比較例3	カラーフィルタ(4)	TFT基板(1)

【0149】なお、TFT基板(1)の作製は、次のように行った。TFT基板上に、レジスト材料(OMR83:東京応化社製)で絵素周りにレジスト壁を形成した。このレジスト壁内には、セル厚を一定に保つためのビーズが、レジスト外にビーズ表面が出ないように内蔵されている。

【0150】次に、上述した5つのセルに対して、各セル中に以下の混合物を注入し、その後、絵素領域を遮光すると共に光硬化性樹脂で注入口を封止した。上記混合物は、R-684(日本化薬社製)を0.1gと、p-フェニルスチレンを0.1gと、前記化合物を10.06gと、液晶材料ZLI-4792(メルク社製:S-811を0.4重量%含有)を3.74gと、光開始剤(Irgacure651)を0.02gとを混合したものである。

【0151】このようにして得られたセルを観察したところ、実施形態9~12のカラーフィルタを用いたセルでは軸対称状態となっていた。しかしながら、比較例3のカラーフィルタを用いたセルにおいては、軸対称性の無いランダムな配向状態となっていた。

【0152】次に、TFT基板側から高圧水銀ランプ下2mW/cm<sup>2</sup>のところで30分間紫外線を照射して樹脂を硬化させた。

【0153】このようにして作製したセルを、偏光顕微鏡で観察したところ、一区画ごとに、図24に示すように実施形態9~12のカラーフィルタを用いたセルでは、軸位置が完全に制御され、絵素で軸対称配向の配向軸が大きくずれているものが観測されなかった。しかし、比較例3のカラーフィルタを用いたセルでは、軸対称配向している絵素が全く無く、非常にざらついた表示となった。このような配向状態により、実施形態9~12のカラーフィルタを用いたセルではざらつきはなく、比較例3のカラーフィルタを用いたセルでは、中間調状態で、かつ、視角を倒したときにざらつきが観測された。

【0154】このように、実施形態9~12のカラーフィルタのような凹面化したものを使用することにより、液晶材料と光硬化性モノマーとの混合物を注入するだけで、従来使用していた電圧操作による軸対称配向を行わせることなく自動的に軸対称配向状態になることがわかった。

【0155】ここで示す実施形態を、液晶とモノマーとの混合物の注入後、一旦アイソトロピック相に温度を上げるといふ温度操作、及び電圧操作を行う軸対称操作を施して軸対称化するようにすると、目的の軸位置の揃った軸対称配向が得られ易くできることは言うまでもない。このことを以下に詳述する。

【0156】すなわち、上述のように混合物を液晶相から熱相転移させてアイソトロピック相へ転移を行わせた場合、図25に示すように液晶相19がアイソトロピック相18にて囲まれた状態で絵素中央部に残り、この状態で軸対称操作を行うと、軸対称の軸が液晶領域の中心となるのが最も安定であるため絵素の中央部に移動していき、この状態で冷却を進めると、該軸が絵素の中心部に位置したまま液晶領域が成長し、軸対称配向の配向軸が絵素の中心部に揃い易くなる。しかし、その配向軸の位置は中心部のどこかに存在するも、位置を所定の箇所に決定させることができない。そこで、軸対称配向の配向軸位置を精密に制御するためには、特異点が必要であり、絵素中央部の所定位置に凹部を作製することが効果的である。

【0157】(実施形態13)本実施形態は、第4の方法によりカラーフィルタ上に凹部を形成する場合である。

【0158】本実施形態でのカラーフィルタの作製方法は、以下の通りである。つまり、すり鉢状の凹部をカラーフィルタ上の特異点に形成することを特徴とする。図26に、本実施形態により凹部形成用くぼみを形成する工程を示す。また、比較として、図27に従来の製造プロセスで用いるマスクを示す。

【0159】まず、図26(a)に示すように、基板上に着色層としてのカラーレジストを形成し、その上にホトマスクを配置して光照射を行い、図26(b)に示すようにカラーレジスト(着色層)の上層にほぼV字状のくぼみを形成する。この工程において使用するホトマスクは、たとえばカラーレジストにポジ型レジストを使用する場合は、図示のように絵素の外側と絵素の中心部(V字状くぼみを形成するための部分)に相当する部分が透光部であり、他の部分が遮光部となったものを使用する。一方、ネガ型着色レジストを使用する場合は、絵素の外側と絵素の中心部に相当する部分が遮光部であり、他の部分が透光部となったものを使用する。このよ

うなホトマスクは、フィルム張り付け法やカラーレジスト法等が使用できる。

【0160】なお、ホトマスクの絵素中心部（V字状くぼみを形成するための部分）に相当する部分の形状としては、種々の形状を用いることができるが、円や、角の少ない円に近い形状、たとえば角が尖っていない六角形や八角形などの多角形が好ましい。その大きさとしては、円の場合を例に挙げると、最も広い開口縁が $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $10\mu\text{m}$ より大きいと、着色層をくぼみが突き抜けて着色層の光り抜けが生じ、色純度が低下する虞れがある。一方、このようなホトマスクを用いた場合のくぼみの大きさや開口縁形状は、ホトマスクを着色層に接近して設けることで、ホトマスクの絵素中心部に相当する部分と同一にできる。くぼみの深さについては、着色層を貫通せず着色層の膜厚より短い寸法で形成されているのが好ましい。

【0161】次に、図26(c)に示すように、遮光層としてのBM（ブラックマトリクス）を形成する。BMの高さは、着色層よりBMの表面を高く形成する。そのような状態にするには、BMの材料としてブラックレジストなどの有機材料を使用するのがよい。なお、BMと着色層は、どちらを先に形成してもよい。但し、後でBMを形成する場合は、先に形成した着色層をマスクとして、背面露光法によりBMを形成できるので、マスク枚数を減少させることができる。

【0162】次に、図26(d)に示すように、これらの上にオーバーコート剤を塗布して、凹部を有するオーバーコート層を形成し、必要に応じて含有する溶剤を除去する。続いて、このオーバーコート層の上に透明電極を形成し、場合によっては、さらに、絶縁層を形成してもよい。上記オーバーコート剤としては、光硬化性、熱硬化性、または熱可塑性の樹脂材料を使用できる。さらに、本発明では、セル内に最終的に残して使用すると共にオーバーコート層の上に、後述の透明電極を形成するため、オーバーコート剤としては、耐熱性に優れたポリイミド、エポキシアクリレートなどを使用することができる。

【0163】最終的には、オーバーコート層の形状は、着色層の上部分よりもBMの上部分の方が高く、着色層のくぼみの上が底となった緩やかなすり鉢状となっており、絵素中央部の凹部の上に特異点を有する、所望の形状となる。

【0164】このように本発明の方法は、図27に示す従来のホトマスクを使用する場合は着色層を形成してその上層にくぼみを形成する2工程を必要とするのに対し、着色層の形成とくぼみの形成とを同時に行うことができ1工程で済むので、工程数を増加させることがなく、ホトマスクの変更により所望の断面形状を得ることが可能となり、工業的利用価値は高い。

【0165】なお、本発明は、一つの軸対称配向の配向

軸を固定するために必要な構造を提供するものであり、必ずしも1絵素に1つの軸対称配向を形成することを目的としていない。すなわち、1絵素を分割して、1絵素中に複数の軸対称配向を形成してもよい。この場合、着色層形成のため使用するホトマスクは、1絵素中に複数の凹部を形成するために必要な遮光部、又は透光部を形成する必要がある。

【0166】また、基板材料としては、可視光が透過する透明固体であればよく、ガラス、石英、プラスチック基板などを用いることができる。

【0167】以下に、本実施形態13のより具体的な実施形態を示す。但し、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

【0168】（実施形態13-1、13-2、比較例4、5、6）まず、カラーフィルターを以下のようにして作製した。

【0169】硝子基板（1.1mm厚）上に、カラーレジスト（CG2000、CR2000、CB2000：富士ハントエレクトロニクステクノロジー社製）を使用してR、G、Bに対応した着色層を各絵素に対応して作製した。このとき、絵素外部と絵素中央部分とに遮光層を有し、絵素中央部分の遮光層が直径 $5\mu\text{m}$ であるホトマスクを使用した。よって、得られた着色層の上にはほぼV字状のくぼみが形成されている。

【0170】次に、この基板上の絵素外に、ブラックレジスト（CKS142：富士ハントエレクトロニクステクノロジー社製）でBMを形成した。作製したBMの表面と着色層との表面の段差は、BM側を $0.4\mu\text{m}$ 高くした。

【0171】次に、上記基板上に、オーバーコート剤（V259PA：新日鉄化学社製）を塗布した。続いて、この基板上に、ITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物）からなる厚み $1000\text{\AA}$ の透明電極を形成した。

【0172】なお、比較例4として、上記ホトマスクに代えて、絵素中央部分の遮光層の存在しないホトマスクを使用してカラーフィルタを作製した。また、実施形態13-2および比較例5、6は、それぞれ絵素中央部の遮光層の直径が $10\mu\text{m}$ 、 $12\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ のものを使用してカラーフィルタを作製した。

【0173】次に、以上のようにして作製した種々のカラーフィルタを有する基板を使用し、以下のようにして液晶表示素子を作製した。

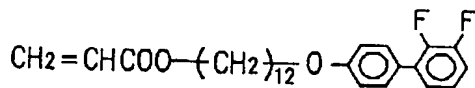
【0174】まず、カラーフィルタを有する基板に対向配設するための基板を次のようにして作製した。すなわち、ガラス基板上に、レジスト材料（OMR83：東京応化社製）で絵素周りにレジスト壁を形成した。このレジスト壁内には、セル厚を一定に保つためのビーズが、レジスト壁外にビーズ表面が出ないように内蔵されている。

【0175】次に、このようにして作製した基板と、前述のカラーフィルタを有する基板とを対向配設して、セルを構成した。

【0176】次に、そのセル内に、以下の混合物を注入した。混合物は、R-684（日本化薬社製）を0.1gと、p-フェニルスチレンを0.1gと、以下の化合物を0.06gと、さらに液晶材料であるZLI-4792（メルク社製：S-811 0.4重量%含有）を3.74gと、光開始剤（Irgacure 651）を0.02gとを混合したものである。

【0177】

【化2】



【0178】次に、セル内の混合物に、温度操作および電圧操作を行って軸対称配向状態にした。さらに、液晶相を絵素エリアいっぱいに広げる温度まで冷却し、その後、高圧水銀ランプ下3mW/cm<sup>2</sup>のところで40分間紫外線を照射して樹脂を硬化させた。

【0179】以上のようにして作製したセルを、偏光顕微鏡で観察したところ、実施形態13-1の液晶表示素子では、1絵素ごとに軸位置が完全に制御されており、軸対称配向の配向軸が大きくずれている絵素が観測されなかった。また、実施形態13-2の液晶表示素子も同様であった。しかし、比較例4の液晶表示素子では、軸対称配向の軸位置制御性が無く、非常にざらついた表示となった。また、比較例5、6の液晶表示素子では、絵素中央部のくぼみが着色層を貫通しており、色純度の低下がもたらされていた。

【0180】このように本実施形態13による場合は、各絵素内の軸対称配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させたときに見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶モードの液晶表示素子を提供することができる。さらに、本実施形態では、通常カラーフィルタの製造工程と遜色無く、しかも簡単にカラーフィルタを作製できるためコストパフォーマンスに優れている。

【0181】上述した凹部の形状については明言していないが、本発明では図28および図29に示す状態を含む。なお、これら両図28、29では、段階状の凸部を設け、その上に平滑化用の膜を形成して凹部を作製する、上記第2の方法による場合を例に挙げているが、第1の方法や第3の方法、または第4の方法により同様の凹部としてもよいことはもちろんである。

【0182】図28は、平滑化用の膜の上表面の断面形状が二次曲線であり、その二次微分の符号が正の場合を示し、図29は二次微分の符号が正負の両方を含む場合を示している。図28(b)の形状とするには、一例として、図28(a)に示すように、段階状の凸部の最上

部の高さを低くすればよい。一方、図29(b)の形状とするには、一例として、図29(a)に示すように、段階状の凸部の最上部の高さを高くすればよい。

【0183】図30は、上述した図28と同様の平滑化用の膜を有する基板を一方に使用し、他方の基板に、透明電極の上に液晶と光硬化性樹脂との相分離に用いるレジスト凸部を形成したものを使用して作製したセルを示す模式的な断面図である。

【0184】このようにして作製したセルにおいても、上述した各実施形態と同様に、軸対称配向の軸位置が精密に位置制御されており、ざらつきやコントラストむらのない良好な配向状態が得られた。

【0185】なお、上述した図28や図29では、二次微分の符号が正の場合や正負の両方を含む場合を例に示しているが、本発明はこれに限らず、二次微分の符号が負の場合や0の場合も含んでいる。

【0186】

【発明の効果】以上詳述したように本発明による場合には、軸対称配向の軸位置が正確に制御され、ざらつき感のない、均一な表示状態が得られる。また、電圧を印加することなく軸対称配向を形成することが可能となるため、工業的生産において、そのコストを大幅に縮小させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は実施形態1における液晶表示素子の製造途中の基板を示す平面図、(b)はそのA-A'線による断面図である。

【図2】(a)は実施形態1における液晶表示素子の製造に用いる、逆円錐形の凹部を形成する型を示す平面図、(b)はそのB-B'線による断面図である。

【図3】(a)は図2の型により形成された逆円錐形の凹部を示す平面図、(b)はそのC-C'線による断面図である。

【図4】実施形態1において作製した液晶セルの偏光顕微鏡による観察図である。

【図5】実施形態1において作製した液晶セルの電気光学特性を示す図である。

【図6】TNモードの電気光学特性を示す図である。

【図7】(a)は実施形態2において作製した液晶セルを示す断面図であり、(b)は実施形態3において作製した液晶セルを示す断面図である。

【図8】実施形態4で用いた型を示す正面図であり、(a)は上基板側、(b)は下基板側である。

【図9】(a)~(c)は共に、実施形態5で用いたネガパターンホトマスクの平面図である。

【図10】実施形態5で用いたネガパターンホトマスクの平面図である。

【図11】(a)は実施形態5で作製した基板の平面図、(b)はそのD-D'線による断面図である。

【図12】実施形態6で作製したセルを示す断面図であ

る。

【図13】実施形態7で用いたネガパターンホトマスクの平面図である。

【図14】実施形態7で用いた透過率が段階的に異なる部分を有するネガパターンホトマスクの平面図である。

【図15】(a)は実施形態7で作製した基板上の絵素を示す平面図、(b)はそのE-E'線による断面図、(c)はF-F'線による断面図である。

【図16】実施形態8で用いた透過率が段階的に異なる部分を有するネガパターンホトマスクの平面図である。

【図17】実施形態8で作製した液晶表示素子の偏光顕微鏡下での観察図である。

【図18】(a)および(b)は実施形態9における凹面基板の作製工程図である。

【図19】(a)は実施形態9で使用する型(円錐形)で加圧した状態を示す断面図、(b)はその型を剥離した状態を示す断面図である。

【図20】実施形態9で作製したカラーフィルタ部分を示す断面図である。

【図21】比較例2で作製したカラーフィルタの表面形状を示す図である。

【図22】実施形態10で作製したカラーフィルタの断面形状を示す断面図である。

【図23】従来のBM(ブラックマトリクス)部分が凹んだカラーフィルタを示す断面図である。

【図24】実施形態9～12で作製したセルを偏光顕微鏡で観察した図である。

【図25】本発明の凹部の軸位置制御の有効性を説明するための図である。

【図26】実施形態13で凹部を形成する工程を示す工程図である。

【図27】実施形態13で用いるホトマスクに対応する従来のホトマスクの例を示す図である。

【図28】(a)は本発明において適用可能な、凹部の形成例を示す断面図、(b)は得られた凹部を示す断面図である。

【図29】(a)は本発明において適用可能な、凹部の他の形成例を示す断面図、(b)は得られた凹部を示す断面図である。

【図30】図22の凹部を有する基板を使用して得られたセルを示す断面図である。

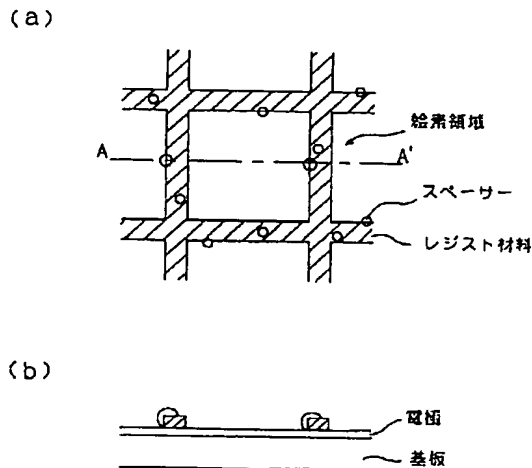
【図31】広視角モードの視角特性の改善効果を説明するための図である。

【図32】(a)は軸ずれなしの場合の観察結果を示し、(b)は軸ずれありの場合の観察結果を示す図である。

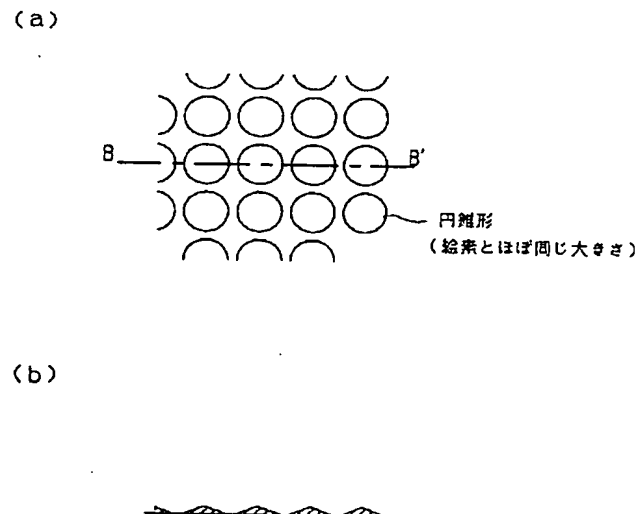
【符号の説明】

- 3 液晶領域
- 4 高分子壁
- 6 シュリーレン模様
- 10 絵素
- 18 アイソトロピック相
- 19 液晶相

【図1】

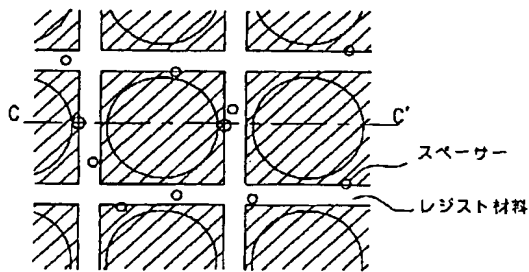


【図2】



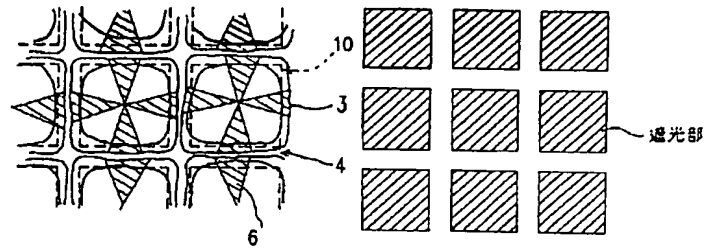
【図3】

(a)



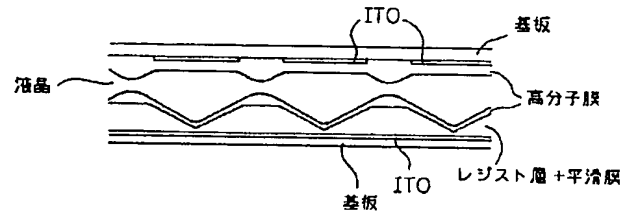
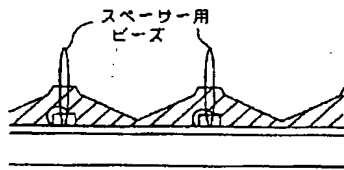
【図4】

【図10】

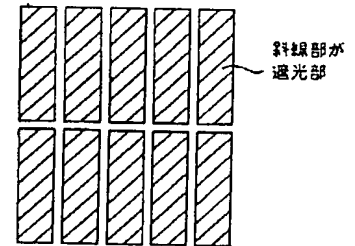


【図12】

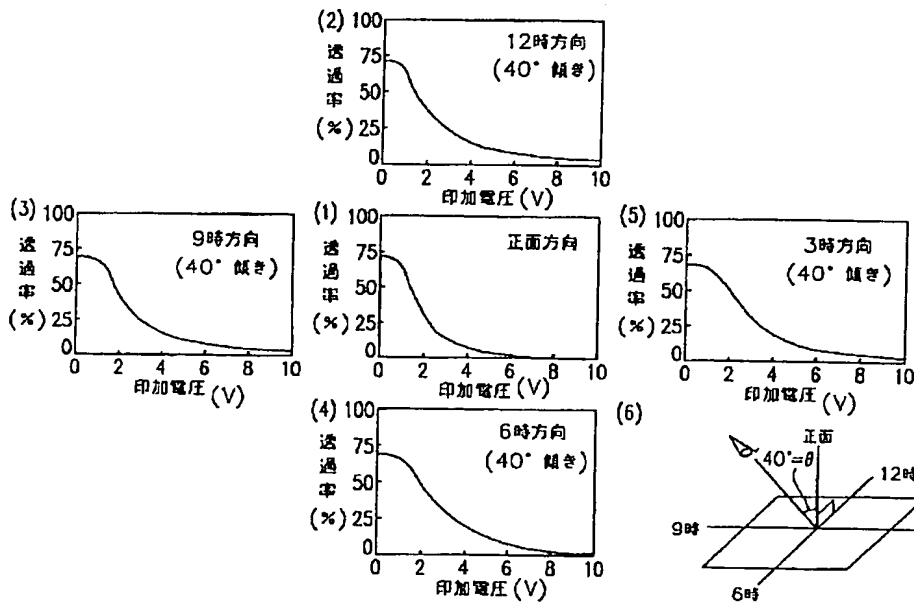
(b)



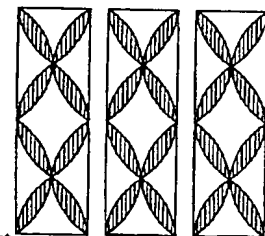
【図13】



【図5】

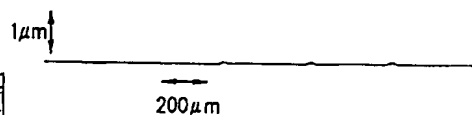
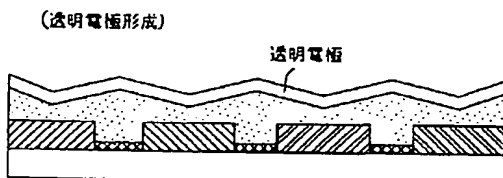


【図17】

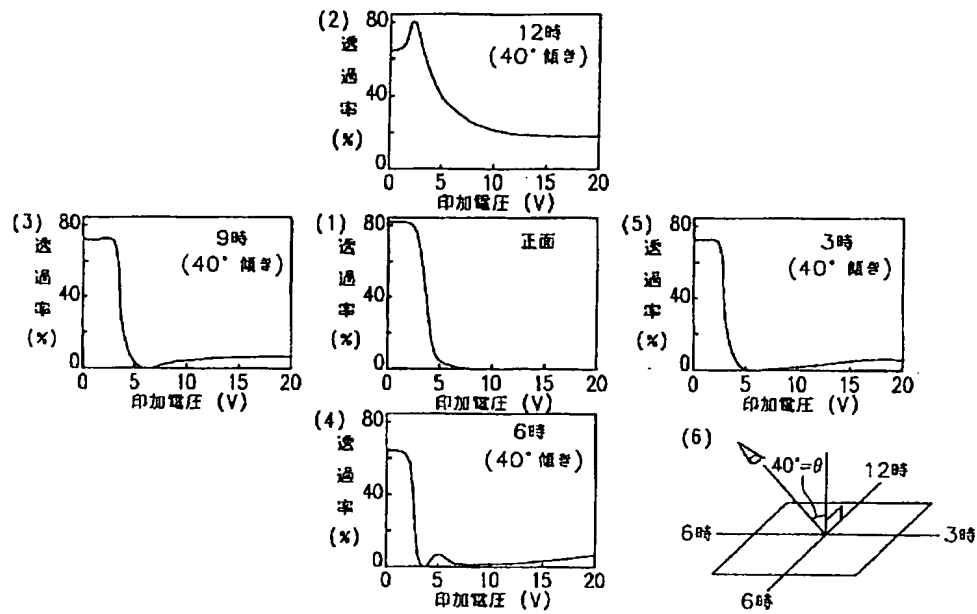


【図20】

【図21】



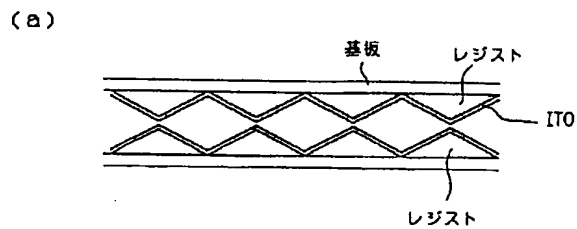
【図6】



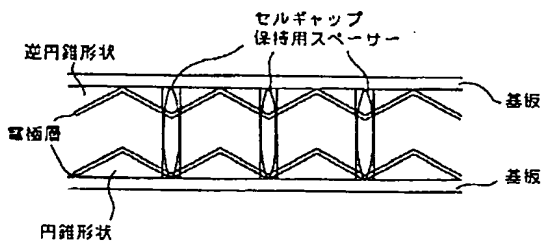
【図27】



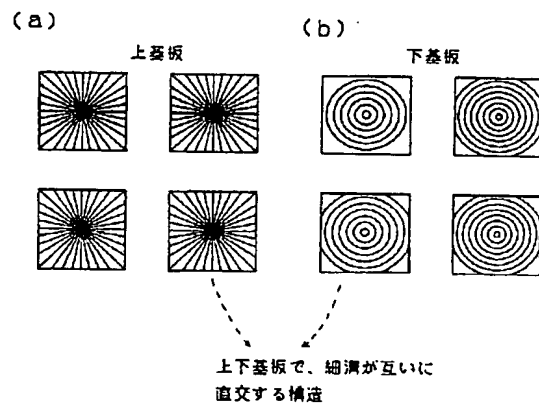
【図7】



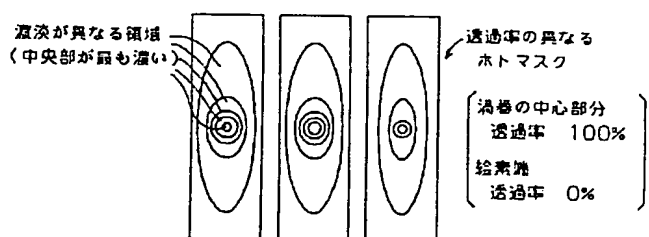
(b)



【図8】

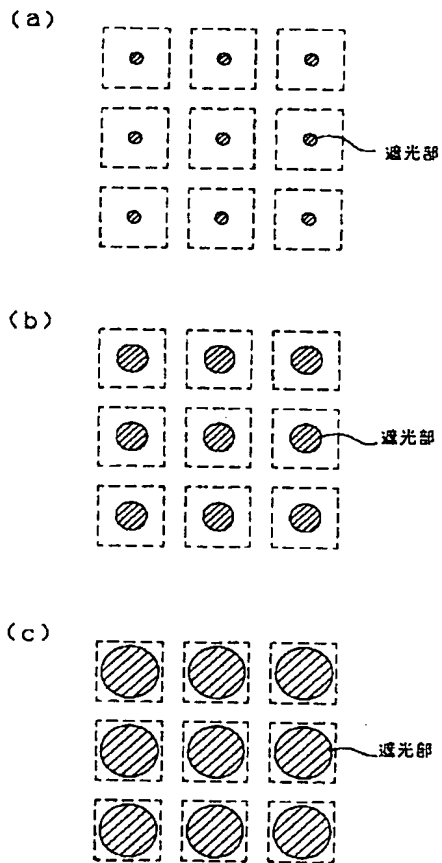


【図14】

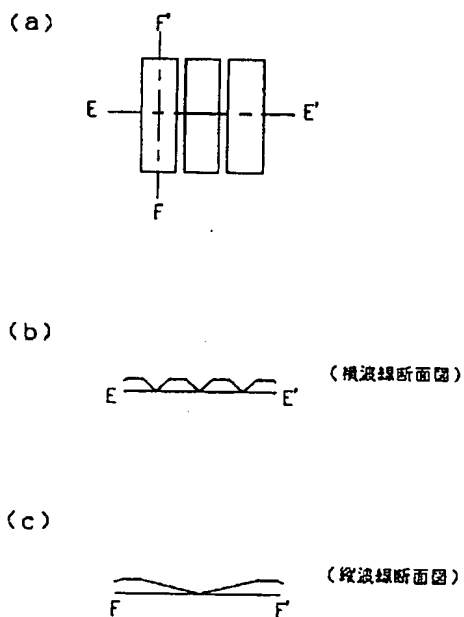




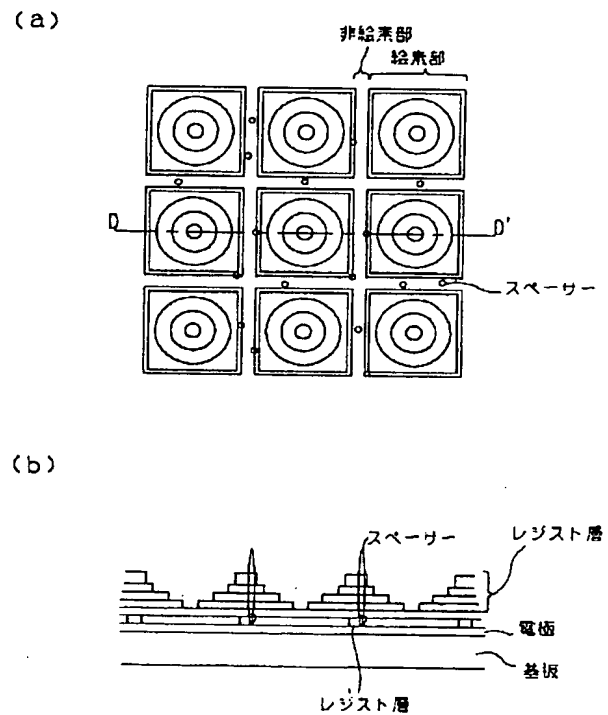
【図 9】



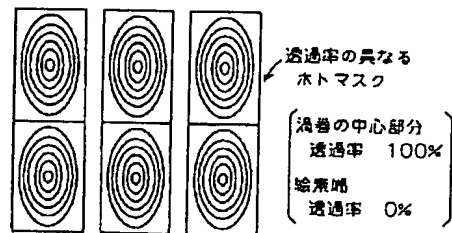
【図 15】



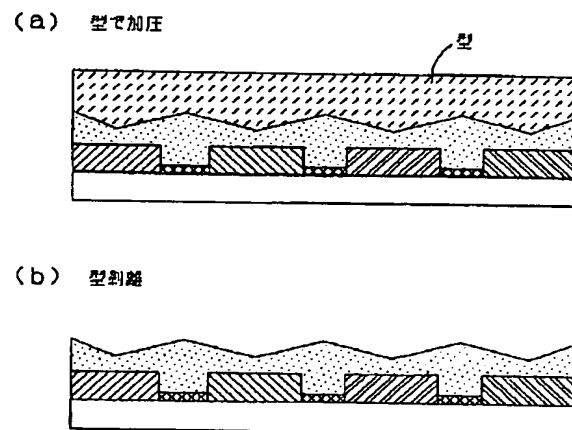
【図 11】



【図 16】

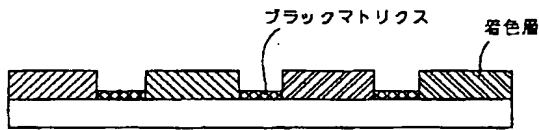


【図 19】

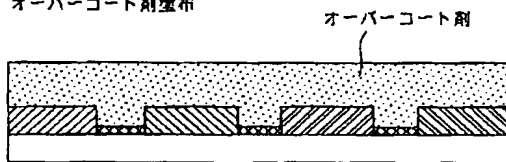


【図18】

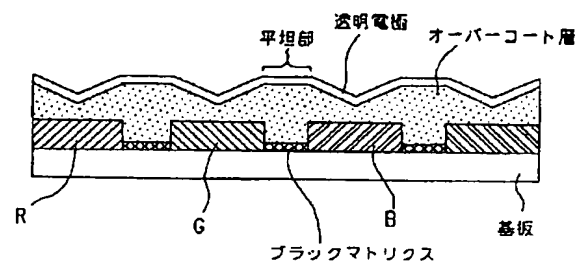
(a) 着色層、ブラックマトリクス形成



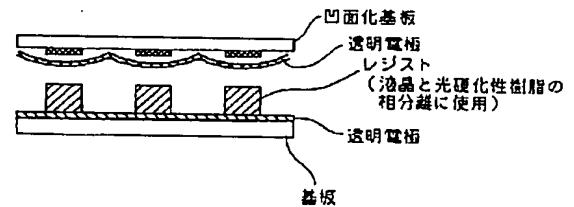
(b) オーバーコート剤塗布



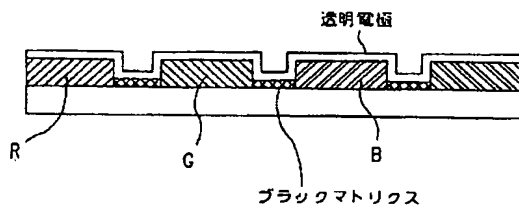
【図22】



【図30】

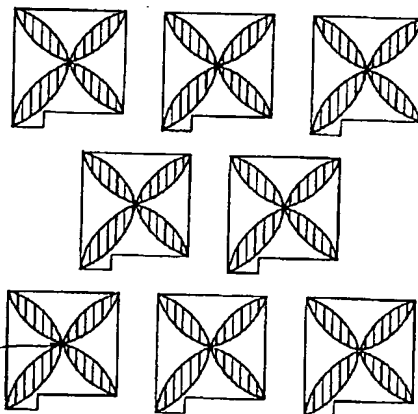


【図23】

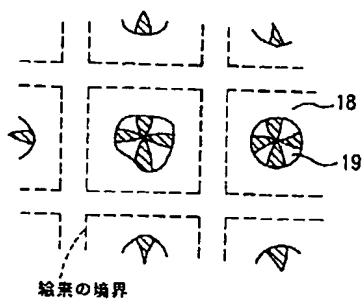


【図24】

(平行ニコルで観察)

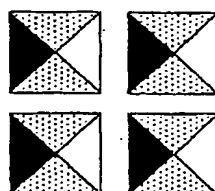


【図25】

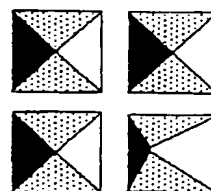


【図32】

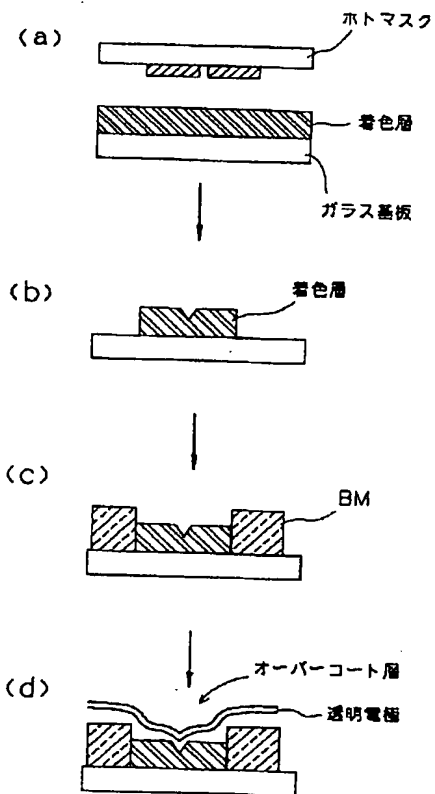
(a)



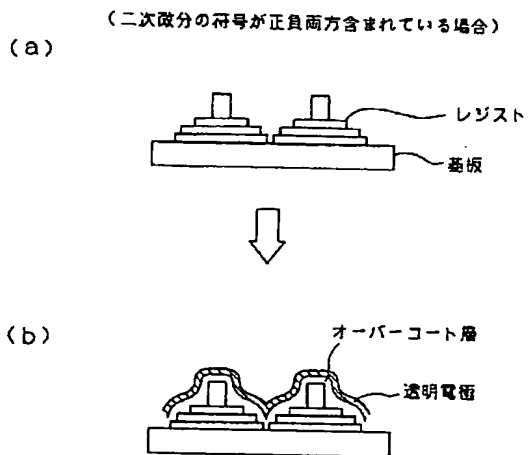
(b)



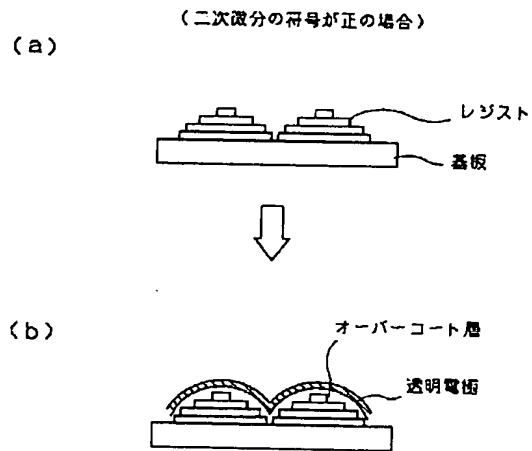
【図 26】



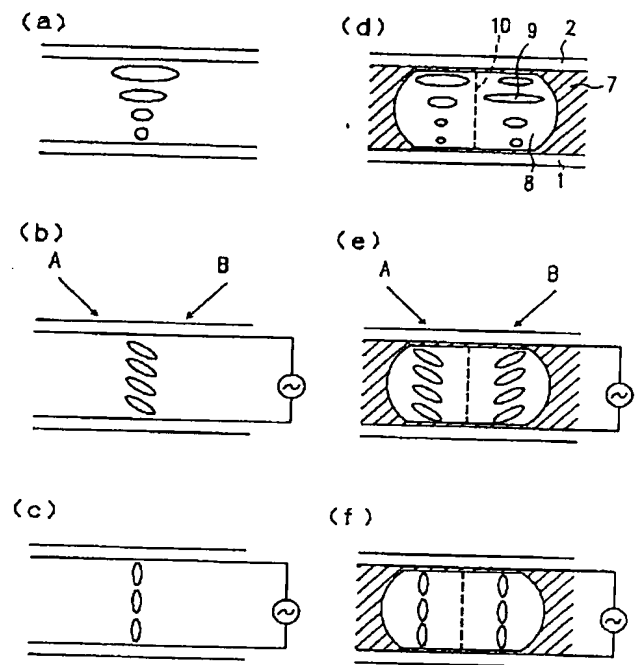
【図 29】



【図 28】



【図 31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 2 F 1/1337

識別記号

5 0 5

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 1/10

技術表示箇所

Z

(72)発明者 神崎 修一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ンヤープ株式会社内